



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008107440/28, 26.02.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.02.2008(43) Дата публикации заявки: **10.09.2009**(45) Опубликовано: **10.04.2010 Бюл. № 10**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2271521 C1, 10.03.2006. RU 2292530 C1,
27.01.2007. SU 1040328 A1, 07.09.1983. US
5199630 A, 06.04.1993. US 4125025 A,
14.11.1978.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, К-2, ул.Мира, 19,
УГТУ-УПИ, Центр интеллектуальной
собственности, Н.П. Невраевой**

(72) Автор(ы):

**Черепанов Александр Николаевич (RU),
Шолина Алиса Андреевна (RU),
Шульгин Борис Владимирович (RU),
Кружалов Александр Васильевич (RU),
Бучок Григорий Яковлевич (RU),
Кадушников Радий Михайлович (RU),
Макарова Евгения Анатольевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU),
Общество с ограниченной
ответственностью
"Научно-производственная фирма
"ФОТЕК" (RU),
Общество с ограниченной
ответственностью "СИАМС" (RU)****(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЕВОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для калибровки и настройки ультразвуковых технологических и медицинских аппаратов. Техническим результатом изобретения является упрощение и повышение точности измерений. Измерение колебаний ультразвуковой колебательной системы ведут в проходящем свете, перед установкой и запуском стержневой ультразвуковой колебательной системы на вертикальной оси перекрестия окуляра микроскопа наносят реперную точку, затем устанавливают и закрепляют наконечник стержневой колебательной системы в поле микроскопа, затем запускают режим колебаний стержня и наблюдают размах - двойную амплитуду этих колебаний в виде серой зоны с четкими границами. Далее смещают стержень

параллельно самому себе так, чтобы нижняя точка границы серой и черной зон заняла место в центре перекрестия окуляра, после чего, поворачивая окуляр, совмещают реперную точку с вертикальной границей серой и белой зон. После чего удаляют наконечник ультразвуковой колебательной системы из микроскопа и вводят микрометрическую шкалу с известной ценой деления вдоль горизонтального направления, устанавливают длинную риску шкалы так, чтобы она проходила через центр перекрестия окуляра, и по числу делений микрометрической шкалы определяют расстояние от центра перекрестия до реперной точки и тем самым определяют двойную амплитуду колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы. 1 ил., 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2008107440/28, 26.02.2008**(24) Effective date for property rights:
26.02.2008(43) Application published: **10.09.2009**(45) Date of publication: **10.04.2010 Bull. 10**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul.Mira, 19, UGTU-
UPI, Tsentr intellektual'noj sobstvennosti, N.P.
Nevraevoy**

(72) Inventor(s):

**Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Sholina Alisa Andreevna (RU),
Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),
Kruzhlov Aleksandr Vasil'evich (RU),
Buchok Grigorij Jakovlevich (RU),
Kadushnikov Radij Mikhajlovich (RU),
Makarova Evgenija Anatol'evna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet-UPI" (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Nauchno-proizvodstvennaja firma "FOTEK"
(RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"SIAMS" (RU)**

(54) METHOD OF MEASURING AMPLITUDE OF OSCILLATION OF ROD-SHAPED ULTRASONIC OSCILLATING SYSTEM

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: oscillations of an ultrasonic oscillation system are measured in translucent light. Before installation and launch of the rod-shaped ultrasonic oscillation system, a check point is put on the vertical axis of the crosshair of the microscope eyepiece. The tip of the rod-shaped oscillation system then installed and attached in the field of the microscope. The oscillation mode of the rod is initiated and the double amplitude of these oscillations is viewed in form of a grey area with clear boundaries. Further, the rod is displaced parallel itself such that the bottom point of the boundaries of the grey and black areas are located at the centre of the crosshair of the eyepiece, after

which the check point is superposed with the vertical boundary of the grey and white zones by turning the eyepiece. After that the tip of the ultrasonic oscillating system is removed from the microscope and a micrometre scale with known scale interval is put along the horizontal direction. A long graduation mark of the scale is put such that it passes through the centre of the crosshair of the eyepiece and the distance from the centre of the crosshair to the check point is determined from the number of graduation marks of the micrometre scale and so the double amplitude of oscillation of the rod-shaped ultrasonic oscillation system is determined.

EFFECT: simplification and increased accuracy of measurement.

1 dwg

Изобретение относится к разделу измерительной техники, используемой в ультразвуковых технологиях, - к бесконтактной виброметрии и может быть применено для калибровки и настройки ультразвуковых технологических и медицинских аппаратов, а именно для измерения амплитуды и размаха колебаний рабочих элементов (наконечников) ультразвуковых систем, применяемых для интенсификации технологических процессов, размерной обработки хрупких и особо твердых материалов, для выполнения граверных работ, а также для медицинских целей (хирургические операции, процедуры липосакции, точечный и зональный массаж и др.).

Амплитуда механических колебаний ультразвуковых стержневых и стержнеподобных рабочих элементов (оконечных элементов, например скальпель-наконечник для хирурга, резец-штихель для гравера, ювелира или скульптора) является их важнейшей характеристикой, поскольку определяет эффективность их работы. Известен целый ряд методов для определения амплитуды ультразвуковых колебаний. Измерения амплитуды и размаха колебаний рабочих элементов ультразвуковых аппаратов относятся к измерениям в области микронного и субмикронного диапазонов.

Известен способ измерения микронных смещений для твердотельных объектов с помощью микроскопа [И.Н.Богачев, А.А.Вайнштейн, С.Д.Волков. Статистическое металловедение. М. Металлургия. 1984. 176 с.; В.Я.Стрижак, А.А.Вайнштейн, А.Г.Хренов. - Заводская лаборатория. 1982. №11. С.77-78]. Измерения смещений в известном методе проводят с помощью микроскопа (МИМ-7 и окулярного микрометра МОВ-1-1,5). При этом на поверхность измеряемого объекта наносят светочувствительный слой и изготавливают с помощью мультипликатора оригинал-эталон фотолитографическим методом с базой 10, 25, 50 и 100 мкм. Затем, с помощью ртутной лампы изображение сетки с эталона с требуемой базой микронного диапазона экспонируют на объект, подлежащий измерению. Сетку можно наносить и механическим способом, царапая алмазной пирамидкой поверхность измеряемого, анализируемого объекта. Такой способ оказался эффективным для определения амплитуды локальных смещений (деформаций) неподвижных образцов. Однако известный метод сложен для реализации и совершенно непригоден для определения амплитуды колебаний движущихся рабочих элементов ультразвуковых аппаратов технического и медицинского назначения. Известный метод непригоден для измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы.

Известны лазерные бесконтактные методы измерения амплитуды колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы [Макаров Л.О. Акустические измерения в процессах ультразвуковой технологии. - М. Машиностроение, 1983; Хмелев В.Н., Абраменко Д.С., Савин И.И. Способ измерения амплитуды колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы. Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях: Межвузовский сборник / Под редакцией Г.В.Леонова. Алт. ГТУ, БТИ, 2004; <http://u-sonic.ru>]. Эти методы позволяют работать в широком диапазоне ультразвуковых частот, однако применяемые в лазерных методах установки для проведения измерений амплитуды колебаний ультразвуковых рабочих элементов являются громоздкими и весьма дорогостоящими, они требуют привлечения дополнительного оборудования и сборки всех элементов измерительного тракта на одной оптической скамье.

Известен способ измерения амплитуды колебаний излучающей поверхности

ультразвуковой колебательной системы [Патент №2271521 RU C1, МПК G01H 9/00 от 2006.03.10]. Сущность известного способа сводится к тому, что колебательную систему располагают так, что ее акустическая ось перпендикулярна оптической оси источника светового излучения, совмещают с ней неподвижно установленную

5 излучающую поверхность колебательной системы, освещают колеблющуюся поверхность и по ширине зоны частичной тени визуальнo измеряют амплитуду колебаний через микроскоп с окулярной шкалой или сеткой. При этом освещение излучающей поверхности осуществляют от источников, формирующих в цилиндрический пучок импульсное световое излучение различных длин волн (цветов), причем длительность импульсов устанавливают равной тысячной доле периода рабочих колебаний колебательной системы, а частоту следования импульсов устанавливают так, что моменты формирования импульсов светового излучения одной длины волн (цвета) совпадают с моментом максимального смещения излучающей поверхности в одном направлении, а момент формирования импульсов светового излучения другой длины волн (цвета) - с моментом максимального смещения в другом направлении, амплитуду колебаний определяют по относительному смещению изображений излучающей поверхности в моменты формирования импульсов светового излучения различных длин волн (цветов).

Известный способ позволяет определять амплитуду колебаний в пределах от 10 мкм до 350 мкм. Однако в известном способе используют режим работы с микроскопом в отраженном свете, что снижает контраст изображения, а вследствие интерференции прямых и отраженных лучей размывает границы максимального смещения излучающей поверхности. Кроме оптического микроскопа требуется привлечение специальной осветительной системы с двумя источниками светового излучения (светоизлучающие диоды высокой яркости с красным и зеленым цветом свечения, хотя человеческий глаз лучше различает предметы при «белом» освещении) и с блоком питания, состоящим из устройства выделения сигнала синхронизации, синхронизируемого задающего генератора, фазового регулятора, счетного триггера, формирователя стробирующего импульса, элементов «И», и выходных ключей. Известный способ, как видно из перечня необходимого привлекаемого оборудования, является дорогостоящим, весьма трудоемким и сложным в осуществлении всех необходимых операций и требует большого времени для настройки всех блоков и непригоден для проведения экспрессных измерений амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы.

Известен способ измерения амплитуды колебаний [Патент №2292530 RU C1, МПК G01H 9/00 от 2007.01.27], в рамках которого колеблющееся тело освещают световым потоком, формируемым двумя импульсными источниками излучения с различными длинами волн, таким образом, что колеблющееся тело перекрывает часть светового потока, при этом направление регистрируемых колебаний тела перпендикулярно оптическим осям импульсных источников излучения, синхронизируют момент излучения первого импульсного источника излучения с максимальным отклонением кромки колеблющегося тела в одну сторону, а момент излучения второго импульсного источника излучения - с противоположным максимальным отклонением кромки колеблющегося тела. При этом перекрываемый колеблющимся телом световой поток пропускают через ограничительную диафрагму с отверстием прямоугольной формы, которую располагают таким образом, чтобы направление колебаний тела совпадало с одной из граней ее отверстия, неприкрытую часть светового потока разделяют на два равных световых потока, при этом один из

них проходит через светофильтр, пропускающий только излучение, имеющее длину волны излучения первого импульсного источника излучения, а второй проходит через другой светофильтр, пропускающий только излучение, имеющее длину волны излучения второго импульсного источника излучения, после чего каждый световой поток попадает на отдельный преобразователь освещенность-напряжение, причем указанные преобразователи имеют равную чувствительность, но первый - к излучению с длиной волны излучения первого импульсного источника излучения, а второй - к излучению с длиной волны излучения второго импульсного источника излучения, при этом амплитуду колебаний определяют по разности напряжений регистрируемых электрических сигналов.

Однако в известном способе используют режим работы оптического микроскопа в отраженном свете, что снижает контраст изображения, известный способ является дорогостоящим, весьма трудоемким и сложным в осуществлении всех необходимых операций и требует большого времени для настройки всех блоков и проведения измерений. Известный способ непригоден для проведения экспрессных измерений амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы.

Наиболее близким к заявляемому является более простой способ, основанный на визуальном измерении амплитуды колебаний с помощью оптического микроскопа, снабженного окулярной шкалой или сеткой [Макаров Л.О. Акустические измерения в процессах ультразвуковой технологии. - М. Машиностроение, 1983; Хмелев В.Н., Абраменко Д.С., Савин И.И. Способ измерения амплитуды колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы. Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях: Межвузовский сборник / Под редакцией Г.В.Леонова. Алт. ГТУ, БТИ, 2004; <http://u-sonic.ru>]. В основе измерений амплитуды колебаний в известном методе лежит наблюдение за боковой поверхностью стержневой ультразвуковой колебательной системы (совершающей продольные колебания) через микроскоп, оптическая ось которого перпендикулярна к оси колебательной системы. Наблюдения обычно ведут в отраженном свете, причем в окуляр вставляют шкалу или сетку с известной ценой деления. Заметив на исследуемой поверхности до включения колебаний четко видимую точку или штрих, перпендикулярный оси системы, наблюдают их «размывание». Величина этого размытия соответствует «размаху» колебаний, т.е. удвоенному значению амплитуды. При этом погрешность измерений определяется шириной неподвижного изображения наблюдаемой точки или штриха. Однако, как отмечено в одном из вышеприведенных источников [Хмелев В.Н., Абраменко Д.С., Савин И.И. Способ измерения амплитуды колебаний излучающей поверхности ультразвуковой колебательной системы. Изменения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях: Межвузовский сборник / Под редакцией Г.В.Леонова. Алт. ГТУ, БТИ, 2004; <http://u-sonic.ru>], основной недостаток известного метода обусловлен особенностью человеческого зрения, заключающейся в том, что если в поле зрения человека находятся объект с четкими границами и объект с нечеткими границами, зрительный центр мозга подсознательно концентрирует внимание на объекте с четкими границами, а положение нечеткого объекта не определяет. В процессе измерения амплитуды видимые границы ультразвуковой колебательной системы являются нечеткими, а в поле зрения одновременно присутствуют объекты с четкими границами (измерительная шкала, неподвижные элементы ультразвуковой колебательной системы). В связи с этим для определения положения «размытой» границы приходится сознательно концентрировать на ней внимание, что приводит к

повышенному зрительному утомлению и снижению точности измерений. Этот недостаток, обусловленный особенностями человеческого зрения, проявляется потому, что при наблюдении за колебаниями колебательной системы при заранее вставленной в окуляр микрометрической шкале или сетке с известной ценой деления
 5 внимание распределяется на четыре позиции: фиксация границы неподвижной части системы, фиксация границы колеблющейся части системы, привязка к микрометрической шкале границы неподвижной части и, наконец, привязка к микрометрической шкале границы колеблющейся части системы. Другим недостатком
 10 известного способа является то, что измерения ведут в отраженном свете, что снижает контраст изображения. Одновременное наблюдение за размытием изображения и привязка его границ к заранее вставленной в объектив микроскопа микрометрической шкале в условиях пониженного контраста неизбежно приводят к усталости глаза, что снижает точность измерений.

15 Задачей изобретения является разработка простого экспрессного более точного способа измерения амплитуды колебаний стержневой или стержнеподобной ультразвуковой колебательной системы с использованием оптического микроскопа без привлечения каких-либо дополнительных осветительных блоков и электронных устройств.
 20

Это достигается за счет того, что в способе измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы, совершающей продольные колебания, с использованием оптического микроскопа и микрометрической шкалы, включающем установку в микроскопе ультразвуковой колебательной системы так,
 25 чтобы вертикальная оптическая ось перекрестия окуляра микроскопа была перпендикулярна к оси системы, измерение колебаний ультразвуковой колебательной системы ведут в проходящем свете, перед установкой и запуском стержневой ультразвуковой колебательной системы на вертикальной оси перекрестия окуляра
 30 микроскопа наносят реперную точку, соответствующую величине ожидаемой амплитуды колебаний рабочего элемента колебательной системы, затем устанавливают и закрепляют наконечник стержневой колебательной системы в поле микроскопа вдоль горизонтальной оси перекрестия окуляра микроскопа таким образом, чтобы его конец, образующий черную зону при наблюдении в микроскопе,
 35 был расположен в центре поля, затем запускают режим колебаний стержня и наблюдают размах - двойную амплитуду этих колебаний в виде серой зоны с четкими границами, далее смещают стержень параллельно самому себе так, чтобы нижняя точка границы серой и черной зон заняла место в центре перекрестия окуляра, после
 40 чего, поворачивая окуляр, совмещают реперную точку с вертикальной границей серой и белой зон, далее удаляют наконечник ультразвуковой колебательной системы из микроскопа и вводят микрометрическую шкалу с известной ценой деления вдоль горизонтального направления, устанавливают длинную риску шкалы так, чтобы она проходила через центр перекрестия окуляра, и по числу делений микрометрической
 45 шкалы определяют расстояние от центра перекрестия до реперной точки и тем самым определяют двойную амплитуду колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы.

Сущность изобретения заключается в следующем. Во-первых, измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы ведут в
 50 проходящем свете, а не в отраженном свете, как в прототипе и аналогах. Измерения в проходящем свете повышают контрастность изображения и точность измерений. На вертикальной оси перекрестия окуляра наносят реперную точку, соответствующую

величине ожидаемой амплитуды колебаний рабочего элемента колебательной системы. Для измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы ее устанавливают так, чтобы в поле зрения микроскопа попадал только конец ее рабочего элемента (наконечника), образующий черную зону в окуляре микроскопа; при этом сама ультразвуковая колебательная система не должна контактировать с элементами конструкции микроскопа. Далее запускают режим колебаний стержня и наблюдают размах этих колебаний в виде серой зоны с четкими границами между черной и серой, а также между серой и белой зонами, затем смещают стержень параллельно самому себе так, чтобы нижняя точка границы серой и черной области заняла место в центре перекрестия (см. чертеж), при этом вертикальная граница между черной и серой и между серой и белой зонами хорошо визуально просматривается, при этом глаз не отвлекается на поиск микрометрической шкалы, как это делалось раньше в прототипе и аналогах, и не устает. Размах колебаний, равный двойной амплитуде, легко и достоверно определяется с помощью реперной точки. Для этого поворачивают окуляр до совмещения основной точки с хорошо просматриваемой вертикальной границей серой и белой зон. Далее удаляют стержневую ультразвуковую колебательную систему из микроскопа и вводят вместо нее микрометрическую шкалу вдоль горизонтальной оси окуляра, настраивая ее так, чтобы длинная риска шкалы проходила через центр перекрестия окуляра, и по числу делений шкалы с известной ценой деления определяют расстояние от центра перекрестия до реперной точки и тем самым определяют двойную амплитуду колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы.

Способ иллюстрируется следующими примерами выполнения.

Пример 1. Способ измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы с рабочим элементом в виде цилиндра для аппарата «АК100-«ФОТЕК» (предприятия ООО «ФОТЕК»)

Аппарат АК100-«ФОТЕК» имеет частоту колебаний рабочего элемента ~25 кГц. Для измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы с цилиндрическим наконечником из титанового сплава (параметры даны в таблице) использовали микроскоп биологический исследовательский универсальный марки МБИ-15 ЛОМО, 1978 г. В качестве микрометрической шкалы использовали объект-микрометр (окулярный микрометр) для проходящего света типа ОМП У 4.2 (ГОСТ 7513-75) со шкалой, имеющей цену деления 10 мкм.

Для проведения измерений на вертикальную ось перекрестия окуляра микроскопа МБИ-15 наносят реперную точку, соответствующую ожидаемой величине амплитуды колебаний рабочего элемента колебательной системы. Далее в поле зрения микроскопа устанавливают рабочий элемент стержневой ультразвуковой колебательной системы так, чтобы был виден только конец ее рабочего элемента, образующий черную зону в окуляре микроскопа, в котором имеется перекрестие с нанесенной ранее реперной точкой (см. чертеж, а); при этом сама ультразвуковая колебательная система укреплена на специальном держателе и не контактирует с элементами конструкции микроскопа МБИ-15, предотвращая вибрацию последнего. Далее запускают режим колебаний наконечника колебательной системы и наблюдают размах, то есть двойную амплитуду этих колебаний в виде серой зоны (тени) с четкими границами между черной и серой, а также между серой и белой зонами (см. чертеж, б), затем смещают стержень параллельно самому себе так, чтобы нижняя точка границы между серой и черной зонами заняла место в центре перекрестия (см. чертеж, в), при этом вертикальная граница между черной и серой, а также между серой и белой

зонами хорошо просматривается. Амплитуду колебаний определяют с помощью одной из реперной точки. Для этого поворачивают окуляр до пересечения реперной точки с хорошо просматриваемой вертикальной границей между серой и белой зонами (см. чертеж, г), при этом глаз не отвлекается на поиск микрометрической шкалы, как это делалось раньше в прототипе и аналогах, не устает и не снижает точности определения вертикальной границы между серой и белой зонами. Далее удаляют стержневую ультразвуковую колебательную систему из микроскопа (см. чертеж, д) и вводят вместо нее микрометрическую шкалу ОМП У 4.2 с ценой деления 10 мкм, устанавливая и настраивая ее так, чтобы длинная риска шкалы проходила через центр перекрестия окуляра (см. чертеж, е); по числу делений шкалы с известной ценой деления определяют двойную амплитуду колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы. Для наконечника в виде цилиндрического стержня из титанового сплава размах колебаний, равный двойной амплитуде колебаний, составил 100 мкм (см. таблицу).

Пример 2. Способ измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы с рабочим элементом в виде конуса для аппарата «АК100-«ФОТЕК»

Аппарат АК100-«ФОТЕК» имеет частоту колебаний рабочего элемента ~25 кГц. Для измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы с конусообразным наконечником из алюминиевого сплава В95 (параметры даны в таблице) использовали микроскоп биологический исследовательский универсальный марки МБИ-15 ЛОМО, 1978 г. В качестве микрометрической шкалы использовали объект-микрометр (окулярный микрометр) для проходящего света типа ОМП У 4.2 (ГОСТ 7513-75) со шкалой, имеющей цену деления 10 мкм.

Измерения проведены так же, как и в примере 1. Для конусообразного наконечника из алюминиевого сплава В95 размах колебаний, равный двойной амплитуде колебаний, составил 100 мкм (см. таблицу).

Пример 3. Способ измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы аппарата «АК100-«ФОТЕК» с рабочим элементом от аппарата Cusa Excel фирмы Radionics

Для измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы аппарата «АК100-«ФОТЕК» с конусообразным (полый конус) наконечником из титана от аппарата Cusa Excel фирмы Radionics (параметры даны в таблице) использовали микроскоп биологический исследовательский универсальный марки МБИ-15 ЛОМО, 1978 г. и аппарат АК100-«ФОТЕК». В качестве микрометрической шкалы использовали объект-микрометр (окулярный микрометр) для проходящего света типа ОМП У 4.2 (ГОСТ 7513-75) со шкалой, имеющей цену деления 10 мкм.

Измерения проведены так же, как и в примере 1. Для полого конусообразного наконечника из титанового сплава от аппарата Cusa Excel фирмы Radionics размах колебаний наконечника, равный двойной амплитуде колебаний, составил 75 мкм (см. таблицу).

Пример 4. Способ измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы с рабочим элементом в виде полого цилиндра для аппарата «АК100-«ФОТЕК»

Аппарат АК100-«ФОТЕК» имеет частоту колебаний рабочего элемента ~25 кГц. Для измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы с полым цилиндрическим наконечником из алюминиевого сплава В95 (параметры даны в таблице) аппарата «АК100-«ФОТЕК» использовали микроскоп

биологический исследовательский универсальный марки МБИ-15 ЛОМО, 1978 г. В качестве микрометрической шкалы использовали объект-микрометр (окулярный микрометр) для проходящего света типа ОМП У 4.2 (ГОСТ 7513-75) со шкалой, имеющей цену деления 10 мкм.

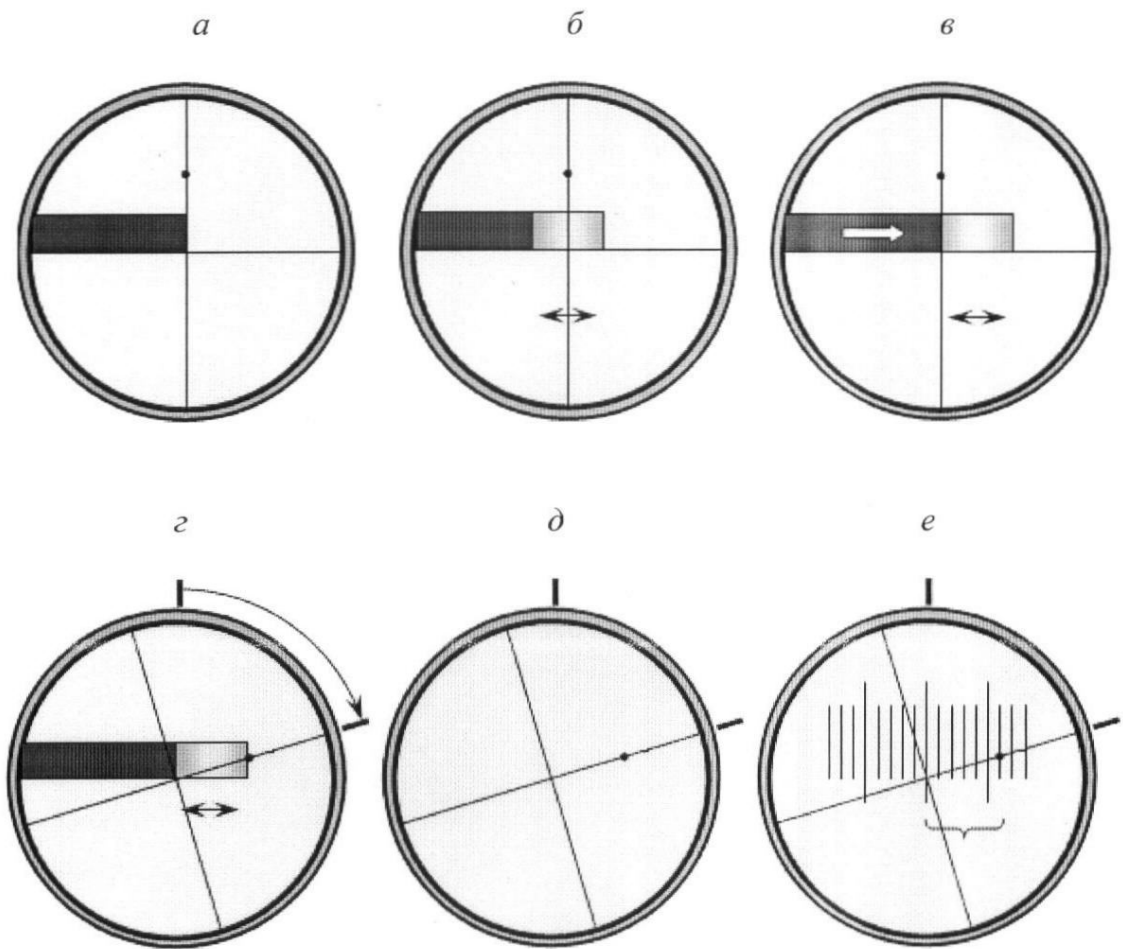
Измерения проведены так же, как и в примере 1. Для наконечника в виде полого цилиндрического стержня из алюминиевого сплава В95 размах колебаний составил 50 мкм (см. таблицу).

Таблица						
Результаты измерений амплитуды колебаний для различных рабочих элементов (наконечников) стержневой ультразвуковой колебательной системы						
Наконечник	Материал	Длина без резьбы, мм	Диаметр у основания, мм	Диаметр на конце, мм	Диаметр отверстия, мм	Размах* колебаний наконечника, мкм
Цилиндр	Ti-сплав	58	2,5	2,5	-	100
Конус	Al-сплав	75	4	2,5	-	100
Полый цилиндр	Al-сплав	63	5	5	2	50
Cusa (полый конус)	Ti-сплав	80	4	2,5	2	75
* Размах колебаний равен двойной амплитуде колебаний наконечника.						

Дополнительным преимуществом предлагаемого способа является возможность его применения для определения амплитуд колебаний рабочих элементов ультразвуковых систем в субмикронном диапазоне, при наличии субмикрометрической шкалы с ценой деления 400-600 нм и ниже.

Формула изобретения

Способ измерения амплитуды колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы, совершающей продольные колебания, с использованием оптического микроскопа и микрометрической шкалы, включающий установку в микроскопе ультразвуковой колебательной системы так, чтобы вертикальная оптическая ось перекрестия окуляра микроскопа была перпендикулярна к оси системы, отличающийся тем, что измерение колебаний ультразвуковой колебательной системы ведут в проходящем свете, перед установкой и запуском стержневой ультразвуковой колебательной системы на вертикальной оси перекрестия окуляра микроскопа наносят реперную точку, соответствующую величине ожидаемой амплитуды колебаний рабочего элемента колебательной системы, затем устанавливают и закрепляют наконечник стержневой колебательной системы в поле микроскопа вдоль горизонтальной оси перекрестия окуляра микроскопа таким образом, чтобы его конец, образующий черную зону при наблюдении в микроскопе, был расположен в центре поля, затем запускают режим колебаний стержня и наблюдают размах - двойную амплитуду этих колебаний в виде серой зоны с четкими границами, далее смещают стержень параллельно самому себе так, чтобы нижняя точка границы серой и черной зон заняла место в центре перекрестия окуляра, после чего, поворачивая окуляр, совмещают реперную точку с вертикальной границей серой и белой зон, далее удаляют наконечник ультразвуковой колебательной системы из микроскопа и вводят микрометрическую шкалу с известной ценой деления вдоль горизонтального направления, устанавливают длинную риску шкалы так, чтобы она проходила через центр перекрестия окуляра и по числу делений микрометрической шкалы определяют расстояние от центра перекрестия до реперной точки и тем самым определяют двойную амплитуду колебаний стержневой ультразвуковой колебательной системы.





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **27.02.2011**

Дата публикации: **10.01.2012**

RU 2 386 112 C2

RU 2 386 112 C2